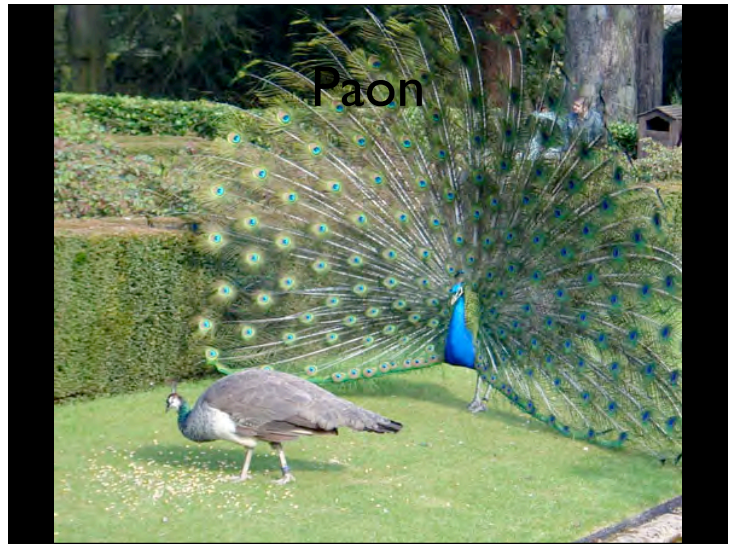




Sélection sexuelle I: Conflit entre les sexes



Paon



Quetzal

Colvert

Splendid fairy-wren

Scarlet tanager

Définition de la sélection sexuelle

- Sélection sur les aspects du phénotype destinés uniquement à augmenter l'accès aux partenaires sexuels

Reproduction sexuelle

- La reproduction sexuelle est presque universelle, mais sa fonction putative demeure controversée
 - Production de gamètes par méiose
 - Fusion des gamètes pour former le zygote
 - Recombinaison (enjambement chromosomique)
 - Évolution rapide?
 - Moins d'accumulation de mutations désavantageuses?

Généralités sur la sexualité

- Les mâles sont peu sélectifs de leur partenaire (ou les femelles sont plus sélectives)
- Les mâles sont moins exclusifs avec leur partenaire (ou les femelles sont plus fidèles)
- Les mâles choisissent plus leur partenaires en fonction d'attributs physiques (ou les femelles portent une plus grande attention à la capacité du partenaire à lui procurer des ressources)

Perspective éthologique sur la sexualité

- Les comportements de parade nuptiale servent à identifier l'espèce du partenaire, à réduire l'agression du mâle et à coordonner les comportements des deux sexes
- Le mâle et la femelle sont des partenaires qui ont un intérêt commun: la production de rejetons

7

Perspective évolutive sur la sexualité

- Chaque individu (mâle ou femelle) se comporte de manière à maximiser son propre succès reproducteur
- Il existe souvent des conflits d'intérêt entre le mâle et la femelle sur les comportements qui maximiseront le succès reproducteur de chaque sexe

8

Anisogamie

Les gamètes mâles et femelles n'ont pas la même taille



9

Anisogamie



- La petitesse favorise la mobilité et, donc, une plus grande chance de rencontre d'un autre gamète, mais aux dépens des stocks d'énergie nécessaires pour les premiers stades embryonnaires
- La grosseur favorise le stockage d'énergie à l'encontre de la mobilité
- Ces compromis mènent à un système qui favorise l'accouplement entre les gamètes les plus mobiles et ceux qui contiennent le plus de réserves: l'anisogamie

Parker et al 1972 JTheor Biol 36: 529-553

10

Anisogamie



- Pour un investissement donné en reproduction, il est possible de produire beaucoup plus de gamètes mâles (petites) que de gamètes femelles (grosses)
- Première grande asymétrie entre les mâles et les femelles...

11

Définitions de femelles & mâles

- Femelle
 - Macrogamètes = ovules
- Mâle
 - Microgamètes = spermatozoïde

12

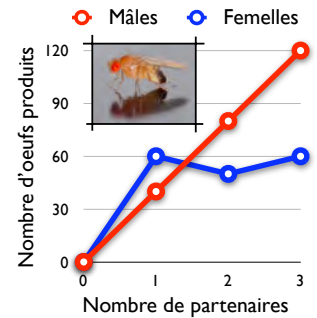
Évolution de l'anisogamie

- Isogamie et anisogamie
- Taille et succès du zygote
- Sélection pour deux tailles: disruptive
- Parasitisme des grosses gamètes par les petites
- SÉS est une coexistence stable de mâles et des femelles

13

Principe de Bateman

- *Drosophila melanogaster*
- Pas de soins parentaux
- 5 mâles et 5 femelles / fiole
- Nombre de petits produits par partenaire
- Démonstration d'une asymétrie fondamentale...



Bateman 1948 Heredity 2: 349-368

14

Conséquences du principe de Bateman

- Le succès reproducteur des mâles est limité par le nombre de partenaires qu'ils peuvent inséminer
- Les femelles sont la ressource limitante pour les mâles
- Le succès reproducteur des femelles est limité par leur capacité à transformer les ressources en oeufs
- Les ressources alimentaires sont les ressources limitantes pour les femelles

15

Succès reproducteur potentiel

| Nombre maximal de rejetons produits au cours de la vie | | |
|--|------|---------|
| Espèce | Mâle | Femelle |
| Éléphant de mer | 100 | 8 |
| Cerf élaphe | 24 | 14 |
| Humains | 888 | 69 |
| Mouette tridactyle | 26 | 28 |

Moulay Ismail, Empereur du Maroc

16

Coût de production des gamètes

- Ovules sont coûteux à produire, donc les femelles produisent moins de gamètes que les mâles
- Ex: Saumon Coho: 3500 ovules ou 400 milliards de spermatozoïdes



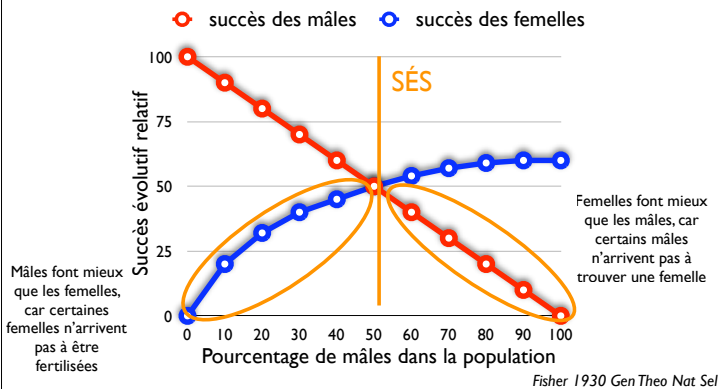
17

L'énigme de la sex-ratio

- Malgré le coût de production différent, la sex-ratio en nature est habituellement $\approx 1:1$, pourquoi?
- Le succès reproducteur de la population serait plus grand s'il y avait plus de femelles
- Sélection sur le groupe & Sélection sur l'individu

18

Jeu de la sex-ratio



Jeu de la sex-ratio

- La SÉS est 50% mâle, 50% femelle
- Prédit un investissement égal dans les fils et les filles, ou un gain égal par unité d'investissement
- Si le coût de production est égal \Rightarrow sex-ratio de 1:1

Exceptions à la sex-ratio 1:1 Acarophenox

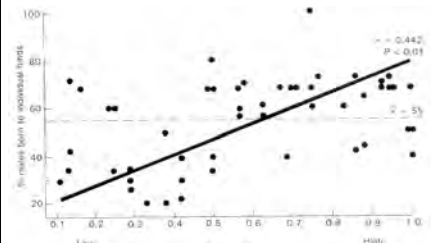
- Mite vivipare chez qui la femelle a 1 fils et 20 filles par ponte
- Le mâle se reproduit avec ses soeurs *in utero* et meurt avant de voir le jour
- Des frères compétitionneraient pour les femelles et, donc, la valeur des fils est réduite
- Consanguinité
- La sex-ratio biaisée vers les femelles ne donne pas la chance à d'autres parents de prendre avantage en se concentrant sur la production de fils



Hamilton 1967 Science 156:477-488

Exceptions à la sex-ratio 1:1 Cerf élaphe

- Les femelles dominantes ont plus de fils que les femelles subordonnées
- Lien direct entre le statut de la femelle pendant la lactation et le succès reproducteur du fils
- Le succès reproducteur des filles ne dépend pas du statut de la mère

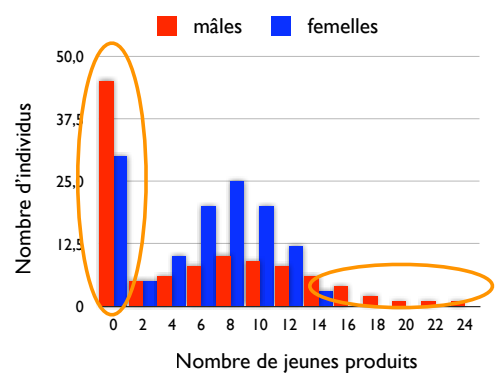


Clutton-Brock et al 1984 Nature 308:358-360

Sex-ratio 1:1 et potentiel reproducteur asymétrique...

- Un paradoxe?
- Si la sex-ratio est 1:1
- Et si chaque rejetons a assurément un père et une mère
- Comment est-il possible que certains mâles puissent avoir un succès reproducteur si grand comparé au succès des femelles?

Moyenne & variance du succès reproducteur



Cerf élaphe: le succès reproducteur moyen est le même pour les deux sexes, mais la variance est plus grande chez les mâles



Conséquence de l'asymétrie du succès reproducteur

- Les femelles sont plus assurées d'avoir un succès moyen
- Les mâles sont une alternative "risquée", ils ont beaucoup de chances d'avoir peu de succès et quelques chances d'avoir un grand succès

25

Conséquence de l'ajout de soins parentaux

- Jusqu'à présent, nous avons considéré des espèces où les mâles ne fournissent pas de soins parentaux, seulement leur sperme
- La construction d'un nid, le nourrissage des jeunes, la défense du territoire sont aussi des investissements en reproduction
- Un mâle qui doit investir dans des soins parentaux peut avoir des gamètes très nombreux, mais son succès peut être limité par sa capacité à donner des soins

26

Principe de Trivers



- Formulation plus générale du principe de Bateman
- L'investissement en reproduction tient compte non seulement de la production de gamètes, mais aussi de tous les investissements nécessaires à la production de rejetons
- Le sexe qui investit le plus dans la production d'un rejeton devient une ressource limitante pour le sexe qui investit le moins

Trivers 1972 *Sexual Selection and the Descent of Man* 139-179

27

Femelles comme ressource limitante

- Investissement parental des femelles > celui du mâle et la sex-ratio est 1:1, donc la sex-ratio opérationnelle est biaisée vers les mâles
 - Effort parental = somme des investissements en reproduction sur toute la vie
- Intensité de la limitation dépend du ratio mâle:femelle disponible pour l'accouplement à un temps donné
- Les mâles peuvent fertiliser les ovules plus rapidement qu'ils ne sont produits...

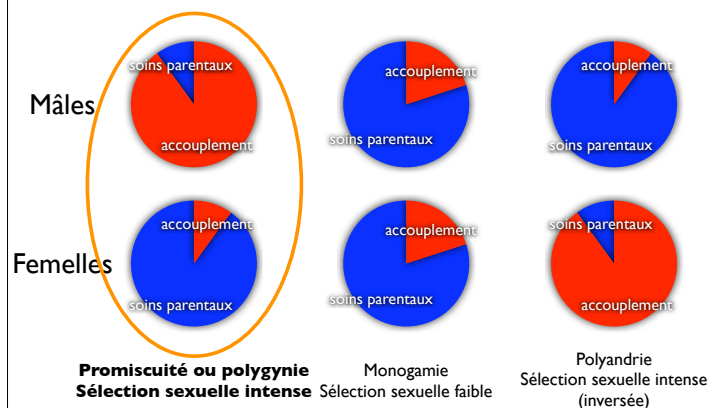
28

Femelles comme ressource limitante

- Mâles sous intense sélection pour devenir excellents dans la compétition pour les opportunités de se reproduire
- Femelles devraient choisir leur partenaires scrupuleusement
- La situation typique est que les mâles compétitionnent agressivement pour des partenaires et copulent à la moindre occasion, tandis que les femelles font la fine bouche

29

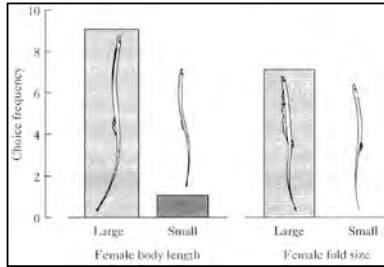
Intensité de la sélection



30

Exceptions à la polygynie I

- *Syngnathus typhle*
- Mâles portent les petits



Rosenqvist 1990 *An Behav* 39: 1110-1116

Exceptions à la polygynie II

- Gallinules où les mâles font \approx 75% de l'incubation et les femelles compétitionnent pour s'accoupler avec de petits mâles bien gras



Petrie 1983 *Science* 220: 413-415

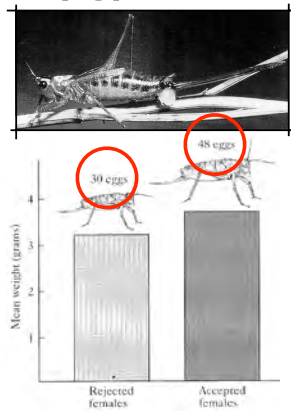
Exceptions à la polygynie III

- Grillons où les mâles produisent des spermatophores qui peuvent peser jusqu'à 27% de leur propre masse



U de Toronto

Gwynne 1981 *Science* 213: 779-780



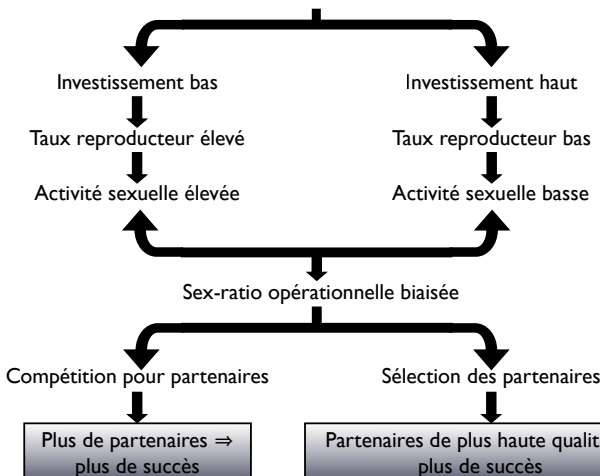
Conflit d'intérêt entre les mâles et les femelles

- Dans une rencontre entre un mâle et une femelle, il est souvent le cas qu'il est dans l'intérêt du mâle de s'accoupler, mais pas dans celui de la femelle
- Mouche scorpion
 - Cadeaux nuptiaux
 - Copulation forcée
 - Bas taux de succès pour la fertilisation



Thornhill 1980 *An Behav* 28: 52-59

Différences dans l'investissement parental



Parentèle sur la parenté génétique



Parenté sociale & génétique

- À l'origine, nous prenions pour acquis que le père social était le père génétique
- Très souvent, ce n'est pas le cas!
- Même la mère sociale n'est parfois pas la mère génétique
- Mesures de paternité et de maternité génétiques ont révolutionné l'étude de la sélection sexuelle



37

Microsatellites



Eobius1:

```
TATAATTTGCATAATCACATTAAGTATAATCGTGTTTTAGTTAAGATTGATAACTGAACCTA
TCCTAAGTATTAATGTTTAGATTACGTTTTAACAAAGGTCAAAGAAATGTGCAATGTTTCTTNC
TTNCTCCATATNCTTATTTCAATTTAGAAGTTACCTCTGCCTCATTGGATCATCATTTTCAGA
AAAAAGACTCTTACCTAAGNAAAAAACAGAAAGGACCATGGCTGGAAAGAAATCAGTAG
GAGTGAGAGCAACTTCTGTTGGTTTCCCAATTACATTTCTTCAGGGAAGCCGNAAGT
GAGCATTGAAAACCTCCCTCTCAGGGGTTTGTGTGTGTGTGTGTGTGTGTGTGTGTGTGT
GTGTGTGTGTGTGTTCTGGAAGAGTATGCAGGGATGAACAAGAGATGCCGT
```

Eobius2:

```
TGTGGTTTCTTCTCCTCATCAGTGACCATTACTTGGGGAGAAAGTGCATGGCTGTTTGTG
GTGAGGAAGAAGAGAGATGGTGGTGAGATAGAGACGATAGGATAGACAGAGAGGGGAGAG
AGGGAGGNNNNNAGAGAGAGAGAGAGAGAGGAATAGATAATCATGACTTGTAAAGAA
TCCAGCCATTTCAAAGAAAATCCACTAAACTTTAAGAAGATCCTGTTTGCTACTTTCTAC
CAGGAAGAGTTGACGANAAAATTGTCCAGGAGTTTGAAGAGTCTCGCA
```

38

Utilisation des microsatellites

- Ramasser du sang (oiseaux, reptiles) ou de la peau (mammifères)
- Isoler l'ADN
- Amplifier les loci avec des amorces par PCR
- Détecter les fragments sur un gel sur plaque ou dans un capillaire

39

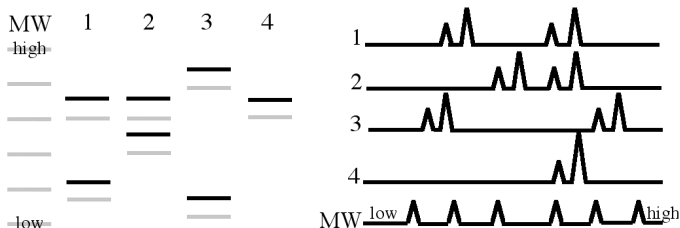
Amplification des microsatellites



- Prépare des amorces en se basant sur la séquence du clone en amont et en aval du microsatellite
- Utilise le PCR pour amplifier les microsatellites
- Organismes diploïdes: deux copies de chaque chromosome et donc deux allèles pour chaque locus microsatellite: un du père, un de la mère

40

Mesurer la taille des allèles de microsatellites

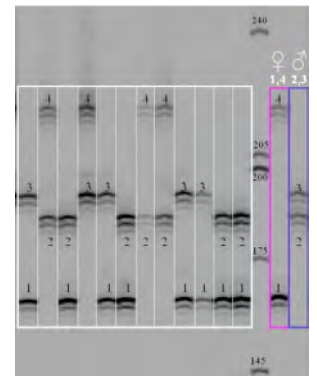


41

Gel de polyacrylamide

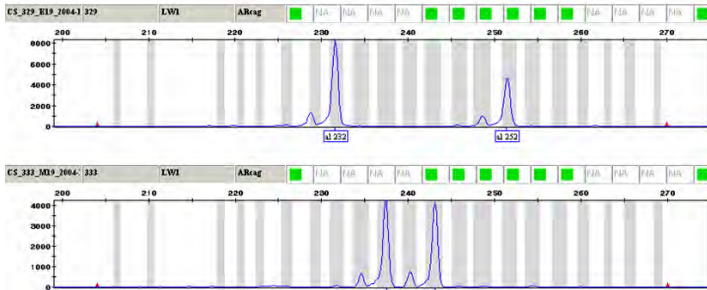
Gel de polyacrylamide entre deux plaques de verre sépare les fragments par rapport à leur taille

Les amorces sont marquées avec du $\gamma^{33}\text{P}$ -ATP et le gel est mis sur un papier photographique



42

Séquenceur moderne



Gel de polyacrylamide dans un fin capillaire sépare les fragments par rapport à leur taille
 Les amorces sont marquées avec une molécule fluorescente qui est excitée lors de son passage devant un laser

Séquenceur moderne



Faire la correspondance des allèles des enfants avec celles des parents potentiels

Assigner la parenté

